

PUB-NO: DE003405735A1

**DOCUMENT-
IDENTIFIER:** DE 3405735 A1

TITLE: Method for sealing a metallic cask for shipping and/or long-term storage of radioactive materials, and cask closed using the method

PUBN-DATE: August 29, 1985

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BIENEK, HEINZ DIPL ING	DE
TREFFNER, FRANZ-W DIPL ING	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
STEAG KERNENERGIE GMBH	DE

APPL-NO: DE03405735

APPL-DATE: February 17, 1984

PRIORITY-DATA: DE03405735A (February 17, 1984)

INT-CL (IPC): G21F005/00 , B23K023/00

EUR-CL (EPC): G21F005/12

US-CL-CURRENT: 164/54 , 588/16

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O> In a method for sealing a metallic cask (1) for shipping and/or long-term storage of radioactive materials which has a metallic sealing cover (4), in which the sealing cover is welded to the cask, the aim is to construct the welded joint without a separate thermal source for heating the joining surfaces at the cask and sealing cover to the melting temperature. According to the invention, the sealing cover (4) is welded to the cask (1) by the thermometallic reaction of a powder (P) which is introduced into a melting space bounded at least partially by the cover and cask and containing at least one metal oxide and a

reducing agent. It is preferred to use a separate melting mould (6) for the smelting after the sealing cover has been mounted. It is also expedient for the welding seam boundary surfaces (1a, 4a) of the cask to enclose at the base of the welding seam an angle of α



DEUTSCHES
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 34 05 735.8
②2 Anmeldetag: 17. 2. 84
④3 Offenlegungstag: 29. 8. 85

DE 3405735 A1

⑦1 Anmelder:

STEAG Kernenergie GmbH, 4300 Essen, DE

⑦2 Erfinder:

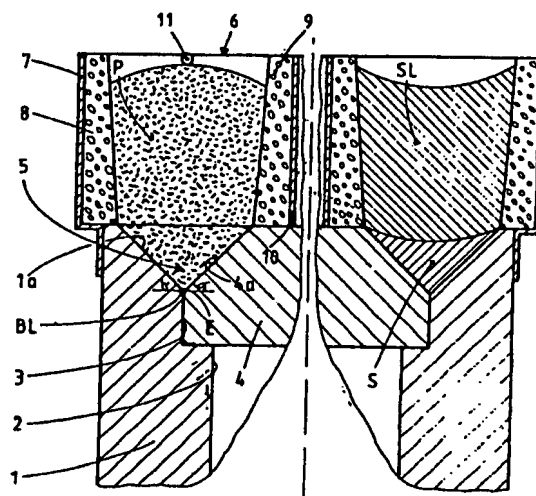
Bienek, Heinz, Dipl.-Ing., 4250 Bottrop, DE; Treffner,
Franz-W., Dipl.-Ing., 4630 Bochum, DE

Behördeneigentlich

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum Verschließen eines metallischen Behälters zum Transport und/oder Langzeitlagerung von radioaktiven Stoffen und nach dem Verfahren geschlossener Behälter

Bei einem Verfahren zum Verschließen eines metallischen Behälters (1) zum Transport und/oder Langzeitlagerung von radioaktiven Stoffen mit einem metallischen Verschlußdeckel (4), bei dem der Verschlußdeckel mit dem Behälter verschweißt wird, wird angestrebt, ohne gesonderte Wärmequelle zum Aufheizen der Fügeflächen am Behälter und Verschlußdeckel auf Schmelztemperatur die Schweißverbindung aufzubauen. Erfindungsgemäß wird der Verschlußdeckel (4) mit dem Behälter (1) durch die metallothermische Reaktion eines in einem vom Deckel und Behälter zumindest teilweise begrenzten Schmelzraum eingebrachten und mindestens ein Metalloxid und ein Reduktionsmittel enthaltenden Pulvers (P) verschweißt. Vorzugsweise wird eine gesonderte Schmelzform (8) nach Auflegen des Verschlußdeckels beim Erschmelzen verwendet. Auch ist es zweckmäßig, daß die Schweißnahtbegrenzungsflächen (1a, 4a) des Behälters am Grunde der Schweißnaht einen Winkel von $\alpha \leq 45^\circ$ bezüglich einer zur Längserstreckungsrichtung des Behälters senkrechten Ebene (E) einschließen, der ein Haften von Schlacketeilchen an den Fügeflächen im wesentlichen ausschließt. Die Anmeldung betrifft auch einen Behälter, der nach der erfindungsgemäßen Verfahrensweise verschlossen ist.



DE 3405735 A1

1 STEAG Kernenergie GmbH
Bismarckstraße 54
4300 Essen 1

5 Stichwort: Metallothermisches Schweißen

Az. 698

Verfahren zum Verschließen eines metallischen Behälters
zum Transport und/oder Langzeitlagerung von radioaktiven
10 Stoffen und nach dem Verfahren geschlossener Behälter

Patentansprüche

- 15 1. Verfahren zum Verschließen eines metallischen
Behälters zum Transport und/oder Langzeitlagerung
von radioaktiven Stoffen mit einem metallischen
Verschlußdeckel, bei dem der Verschlußdeckel mit
dem Behälter verschweißt wird, dadurch gekennzeichnet,
20
daß der Verschlußdeckel mit dem Behälter durch
die metallothermische Reaktion eines in einem
von Deckel und Behälter zumindest teilweise begrenz-
ten Schmelzraum eingebrachten und mindestens ein
25 Metalloxid und ein Reduktionsmetall enthaltenden
Pulvers verschweißt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
30
daß für die metallothermische Reaktion Metalloxide
oder Mischungen von Metalloxiden eingesetzt werden,
die zu den gleichen Materialien oder artähnlichen
Materialien führen, die für Grundkörper und Verschluß-
deckel verwendet worden sind.
35

- 1 7. Behälter zum Transport und/oder zum Langzeitlagern
von radioaktiven Stoffen, dessen Aufnahmeöffnung
durch einen aufgeschweißten Deckel unter Ausbildung
einer Schweißnaht verschlossen ist, wobei Behälter
5 und Deckel aus einem metallischen Werkstoff bestehen,
dadurch gekennzeichnet,
- daß die Schweißnaht (S) mittels einer metallother-
mischen Reaktion aufgebaut ist.
- 10
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,
- daß die Schweißnahtbegrenzungsflächen (1a,4a;12a,13a)
des Behälters (1;12) und/oder des Deckels (4;13)
15 am Grunde der Schweißnaht einen Winkel bezüglich
einer zur Längserstreckungsrichtung des Behälters
senkrechten Ebene (E) einschließen, der ein Haften
von Schlacketeilchen an den Fügeflächen im wesent-
lichen ausschließt.
- 20
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
- daß bei auf den Behälter (1) aufgelegten Deckel
25 (4) Behälter und Deckel einen Schmelzraum (1a,4a,1b,4b)
begrenzen, in dem nach Ablauf der metallothermischen
Reaktion die Reaktionsprodukte Schmelzgut (S)
und Schlacke (SL) vorhanden sind.

30

35

1 STEAG Kernenergie GmbH
Bismarckstraße 54
4300 Essen 1

5 Stichwort: Metallothermisches Schweißen

Az. 698

10 Verfahren zum Verschließen eines metallischen Behälters
zum Transport und/oder Langzeitlagerung von radioaktiven
Stoffen und nach dem Verfahren geschlossener Behälter

15 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verschließen
eines metallischen Behälters zum Transport und/oder
Langzeitlagerung von radioaktiven Stoffen mit einem
metallischen Verschußdeckel, bei dem der Verschuß-
deckel mit dem Behälter verschweißt wird.

20 Aus der EP-A1 0 083 024 ist ein solches Verfahren
bekannt, bei dem der Verschußdeckel mit dem Behälter
kalt verschweißt ist. In diesem besonderen Falle
besteht der Behälter aus einem Behältergrundkörper
aus einem nicht-korrosionsfesten metallischen Werk-
stoff und einer diesen Grundkörper umgebenden Schicht
25 aus einem korrosionsfesten Werkstoff. Die Aufnahmeöff-
nung des Behälters wird zunächst durch einen innen
liegenden zweiten Verschußdeckel geschlossen und
danach mit dem Verschußdeckel, der mit der außen
liegenden korrosionsfesten Schicht kalt verschweißt
30 ist. Ein einfacher aufgebauter Brennelementbehälter
mit aufgeschweißtem Verschußdeckel ist aus EP-A2
00 77 955 bekannt.

35 Das Kaltschweißen und vergleichbare Schweißverfahren
führen beim Verschließen der Behälter in einer sog.
Heißen Zelle zu einem größeren apparativen Aufwand.
Außerdem sind je nach Nahttiefe erhebliche Schweißzeiten
erforderlich.

- 1 Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung,
ein Verfahren der vorstehend genannten Art zu schaffen,
bei dem die Schweißung ohne gesonderte Wärmequelle
zum Aufheizen der Fügeflächen an Behälter und Ver-
5 schlußdeckel auf Schmelztemperatur erfolgen kann.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß der Verschluß-
deckel mit dem Behälter durch die metallothermische
Reaktion eines in einen von Deckel und Behälter zumin-
10 dest teilweise begrenzten Schmelzraum eingebrachten
und mindestens ein Metalloxid und ein Reduktionsmetall
enthaltenden Pulvers verschweißt wird.

- Nach Aufsetzen des Verschlußdeckels auf den Behälter
15 begrenzen diese zumindest teilweise einen Aufnahmeraum
zur Aufnahme des durch die metallothermische Reaktion
erschmolzenen Schweißgutes. Da das Schweißgut aus
dem eingebrachten Pulver heißflüssig in situ erschmol-
zen wird, werden gleichzeitig die den Aufnahmeraum
20 begrenzenden Fügeflächen von Behälter und Verschluß-
deckel angeschmolzen und verschmelzen mit dem flüssigen
Schweißgut. Die Schweißzeit wird im wesentlichen
durch die Abkühlzeit des erschmolzenen Materials
bestimmt.

- 25 Die Verwendung einer metallothermischen Reaktion
zur Verschweißung metallischer Gegenstände ist an
sich bekannt. Insbesondere hat das aluminothermische
Schweißen seine Bedeutung beim Schweißen von Eisenbahn-
30 schienen behalten. Aus Ullmann's Encyklopädie der
technischen Chemie, 4. Auflage (1976), Band 7, Seite 351-
361, sind verschiedene metallothermische Reaktionen
bekannt, bei denen als wichtigste Reduktionsmetalle
Aluminium und Silicium erwähnt sind.

35

- 1 Als metallische Werkstoffe für Behälter und Verschluß-
deckel kommen eisenhaltige Werkstoffe, wie z. B. C-Stahl,
Edelstahl, Sphäroguß, Si-Guß, austenitisches Gußeisen,
und Nichteisenmetalle, wie z. B. Kupfer und Aluminium
5 und Legierungen hiervon, in Frage. Vorzugsweise werden
für Behälter und Verschlußdeckel dieselben Werkstoffe
verwendet. Für die metallothermische Reaktion werden
für das Metalloxid dann solche Oxide oder Mischungen
von Oxiden eingesetzt, die zu denselben Materialien
10 oder artähnlichen Materialien führen, die für Grundkör-
per und Verschlußdeckel verwendet worden sind. Möglichst
sollte das Schweißguß dieselbe Korrosionsfestigkeit
besitzen wie Behälter und Verschlußdeckel.
- 15 Beim Schließen eines Behälters mit einem inneren
Behältergrundkörper aus nicht-korrosionsfestem metalli-
schen Werkstoff und einer diesen umgebenden Schicht
aus einem korrosionsfesten Werkstoff wird die äußere
Schicht mit dem Verschlußdeckel metallothermisch
20 verschweißt.

Von den metallothermischen Reaktionen wird die alumino-
thermische Reaktion bevorzugt; der Einsatz einer
silicothermischen Reaktion ist möglich.

25

- Um eine höhere Energiedichte zu erreichen, ist es
zweckmäßig, wenn Metallpulver und/oder die Fügeflächen
von Behälter und Verschlußdeckel auf eine unterhalb
der Schmelztemperatur liegende Temperatur vorgewärmt
30 werden. Die hierfür erforderlichen Wärmequellen wie
eine elektrische Heizeinrichtung oder eine offene
Flamme brauchen aber nicht für das Erreichen der
Schmelztemperatur an den Fügeflächen ausgelegt zu
sein, so daß ihr Einsatz in einer heißen Zelle noch
35 hingenommen werden kann.

- 1 Das Erschmelzen des Pulvers kann mittels einer zusätz-
lichen gesonderten Schmelzform erfolgen oder es wird
von Deckel und Behälter alleine eine Schmelzform
aufgebaut. Bei der Bestimmung des Volumens der Schmelz-
5 form ist zu berücksichtigen, daß das Volumen des
für eine bestimmte Schweißgutmenge erforderlichen
Pulvers wesentlich größer ist als das Volumen des
Schweißguts. Z. B. beträgt bei einer aluminothermischen
Reaktion das Volumenverhältnis von erschmolzenem
10 Stahl zu eingesetztem Pulver 1 : 8.

- Die Erfindung richtet sich auch auf einen Behälter
zum Transport und/oder zum Langzeitlagern von radio-
aktiven Stoffen, dessen Aufnahmeöffnung durch einen
15 aufgeschweißten Deckel unter Ausbildung einer Schweiß-
naht verschlossen ist, wobei Behälter und Deckel
aus einem metallischen Werkstoff bestehen.

- Erfindungsgemäß ist die Schweißnaht mittels einer
20 metallothermischen Reaktion aufgebaut.

Die Schweißnaht ist vorzugsweise als Schweißfuge
oder als Schweißlippe ausgebildet.

- 25 Um ein Abschwämmen der sich bei der Reaktion bildenden
Schlacketeilchen sicherzustellen, schließen vorzugsweise
die Schweißnahtbegrenzungsflächen des Behälters und/oder
des Deckels am Grunde der Schweißnaht einen Winkel
bezüglich einer zur Längserstreckungsrichtung des
30 Behälters senkrechten Ebene ein, der ein Haften von
Schlacketeilchen an den Fügeflächen im wesentlichen
ausschließt; vorzugsweise beträgt der Winkel $\leq 45^\circ$.
Vorzugsweise weist der Behälter und damit der Abschluß-
deckel eine Kreiskonfiguration auf. Andere Konfigu-
35 rationen sind denkbar.

1 Während bei der Verwendung einer abnehmbaren gesonder-
ten Schmelzform diese und die sich in der Schmelzform
befindliche Schlacke als sog. "Sekundär-Waste" zu
behandeln sind, ist bei einem bevorzugten Behälter
5 bei auf dem Behälter aufgelegten Deckel Behälter
und Deckel ein Schmelzraum begrenzt, in dem nach
Ablauf der metallothermischen Reaktion die Reaktions-
produkte Schmelzgut und auf dem Schmelzgut aufschwimmende
Schlacke vorhanden sind. Bei dieser bevorzugten Ausfüh-
10 rungsform des Behälters wird also die Schlacke mit
in die Langzeitlagerung eingebracht.

Ein weiterer Vorteil der metallothermischen Reaktionen
ist, daß alle Reaktionsprodukte im Schmelzraumvolumen
15 verbleiben, so daß eine sehr hohe Wärmekonzentration
erreicht wird.

Die Erfindung soll nun anhand der beigefügten Figuren
näher erläutert werden. Es zeigt:
20

Figur 1a
einen Teilschnitt durch einen erfindungsgemäßen Behäl-
ter mit abnehmbarer Schmelzform und noch nicht erschmol-
zenem Eisenoxid und pulverförmigem Aluminium,
25

Figur 1b
eine Darstellung vergleichbar Figur 1a mit einer
nach Fremdzündung erschmolzenen Stahlschmelze und
darüber schwimmendem Aluminiumoxid (Schlacke),
30

Figuren 2a und 2b
Darstellungen vergleichbar Figuren 1a und 1b mit
in Behälter und Deckel integriertem Pulveraufnahme-
und Schmelzraum,
35

- 1 Figuren 3a und 3b
eine weitere Ausführungsform vergleichbar Figuren
1a und 1b, bei der jedoch keine Schweißfuge, sondern
eine Schweißlippe mit Hilfe einer abnehmbaren Form
5 umbaut wird und

Figur 4
eine Darstellung vergleichbar Figur 3a, bei der die
Schweißlippe mit Hilfe einer in Behälter und Deckel
10 integrierten Schmelzform umbaut wird.

Bei der in der Figur 1a gezeigten Ausführungsform
weist ein Behälter 1 an seiner stirnseitigen Aufnah-
meöffnung 2 eine Abstufung 3 auf. Auf der Abstufung 3
15 liegt ein Verschußdeckel 4 auf. Die Stirnfläche 1a
ist gegenüber einer zur Längsachse des Behälters
senkrecht stehenden Ebene E um $\alpha = 45^\circ$ geneigt.
Der Deckel weist eine entsprechend geneigte Ringfläche
4a auf derart, daß an dem verschlossenen Behälter
20 eine V-förmige Rinne 5 mit der Berührlinie BL am
Tiefstpunkt ausgebildet ist.

Auf den durch den Deckel 4 verschlossenen Behälter 1
ist eine abnehmbare Schmelzform 6 bestehend aus einem
25 metallischen äußeren Führungsring 7, einem äußeren
Keramikring 8, einem innen liegenden Keramikring 9
und einem innen liegenden Haltering 10 aufgesetzt.
Die ringförmigen Baugruppen 7, 8 und 9, 10 sind in
geeigneter Weise miteinander verbunden und gegenein-
30 ander gehalten, z. B. durch nicht gezeichnete Traver-
sen. Die Keramikringe 8 und 9 weisen nach innen geneigte
Flächen auf und die innen liegende Ringöffnung ent-
spricht der freien Ringfläche der Rinne 5.

35 Das Volumen der Rinne 5 verhält sich in etwa zu der
Summe aus Volumen der Rinne 5 und Volumen zwischen

- 1 den Ringen 8 und 9 wie 1 : 8 und ist mit einem Pulver P aus pulverförmigem Eisenoxid und pulverförmigem Aluminium gefüllt. Auf dem Pulver liegt eine ringförmige Zündschnur 11 als Fremdzündmittel auf, die in geeigneter Weise gezündet wird. Die ringförmige Zündschnur sorgt dafür, daß das in den Ringraum zwischen den Ringen 8 und 9 und in die Rinne 5 eingebrachte Pulver im wesentlichen gleichmäßig verschmolzen wird. Für die Zwecke der vorliegenden Erfindung kommen die selbstgängigen metallothermischen Reaktionen aus Ullmann, a.a.O., Seite 355, in Frage. Die Volumina sind gerade so groß gewählt, daß nach Ablauf der Reaktion die Rinne 5 mit erschmolzenem Stahl S gefüllt ist und die Schlacke SL aufschwimmt (s. Figur 1b).
- 15 Nach dem Erstarren des Schweißgutes S in der Rinne 5 wird die Schmelzform 6 unter Abtrennung der Schlacke SL vom Schmelzgut abgenommen (vgl. Anspruch 5). Schmelzform und Schlacke müssen als Sekundär-Waste ebenfalls aufgearbeitet bzw. gelagert werden.
- 20 Bei der Ausführungsform gemäß Figuren 2a und 2b tritt das Problem des Sekundär-Waste nicht auf. Bei dem dort gezeigten Behälter 1 ist an der stirnseitigen Aufnahmeöffnung 2 oberhalb der Abstufung 3 nicht nur eine Begrenzungsfläche 1a vorgesehen, vielmehr ist der Behälter zur Ausbildung einer sich an die Fläche 1a anschließenden Schmelzformbegrenzungsfläche 1b verlängert.
- 25 In gleicher Weise ist auf dem Deckel 4, der bei der gezeigten Ausführungsform als Kugeldeckel ausgebildet ist, in Verlängerung der geneigten Ringfläche 4a ein kronenförmiger Ansatz 4' ausgebildet, dessen Außenfläche als Schmelzformbegrenzungsfläche 4b dient.
- 30 Bei dieser Ausführungsform verbleibt die Schlacke SL nach Ablauf der thermischen Reaktion am Behälter (s. Figur 2b) und wird mittransportiert bzw. langzeitgelagert (vgl. Anspruch 6). Es ist möglich, anstelle

- 1 der Krone 4' einen zur Gänze massiven Deckel 4 einzusetzen. Der Winkel α ist in den Figuren 1a - 2b zu 45° gewählt. Die Wandneigung der entsprechenden Fügeflächen sollte = oder $< 45^\circ$ sein, da bei Wandneigungen
5 bis zu 45° Schlacketeile beim vorliegenden Schmelzprozeß erfahrungsgemäß noch abgeschwemmt werden.

Es ist möglich, daß im Bereich der abnehmbaren Schmelzform (Figur 1a - 1b) oder der integrierten Schmelzform (Figur 2a - 2b) eine nicht gezeigte Heizeinrichtung zum Einsatz kommt, die das eingebrachte Pulver und die Fügeflächen vor Auslösen der Zündschnur 11 vorwärmt.

- 15 Bei den Ausführungsformen gemäß Figuren 1a - 2b ist eine V-förmige Rinne 5 zur Aufnahme des aus dem Pulver erschmolzenen Schweißguts 5 vorgesehen, so daß die Schweißnaht als Schweißfuge ausgebildet ist.

- 20 Bei der in den Figuren 3a und 3b gezeigten Ausführungsform ist die Schweißnaht als Schweißlippe ausgebildet. Zu diesem Zwecke weist ein Behälter 12 an seiner freien Stirnfläche eine unter einem Winkel α von 45° gegen die Ebene E geneigte Fügefläche 12a auf
25 und weist der in nicht näher gezeigter Weise in seiner Position gehaltene Deckel 13 eine Fügefläche 13a auf, die bezüglich der Ebene E in der in der Figur 3a gezeigten Weise gegensinnig unter dem gleichen Winkel der Fügefläche 12a geneigt ist. Über Behälter 12
30 und Deckel 13 greift eine mit der Schmelzform 6 der Figuren 1a - 1b vergleichbare Schmelzform 14, die neben einem sich konisch verjüngenden Abschnitt 14a einen geradzylindrischen Abschnitt 14b aufweist, der Behälter 12 und Deckel 13 in der aus der Figur
35 3a ersichtlichen Weise übergreift. Während bei der Ausführungsform gemäß Figuren 1a - 2b die Berührlinie BL am Tiefstpunkt der Aufnahmerinne 5 für die Aufnahme

- 1 des Schmelzguts S liegt, liegt bei der Ausführungsform
gemäß Figur 3a die Berührlinie höher als die beiden
sich an der Wandung der Schmelzform 14 einstellenden
Tiefstpunkte.
- 5 Nach Einfüllen des metallothermischen Pulvers und
Zünden desselben erschmilzt nicht nur der Stahl aus
dem Pulver, sondern auch das Material von Behälter
12 und Deckel 13 im Bereich der Berührlinie BL, wie
10 dies schematisch in Figur 3b dargestellt ist, so
daß ein besonders sicherer Verschluß erreicht wird.
- Bei der Ausführungsform gemäß Figur 4, bei der die
Schmelzform wegen der Ausbildung der Flächen 12b
15 und 13b an Behälter 12 bzw. Deckel 13 in den Behälter
integriert ist, kommt es ebenfalls zur Ausbildung
einer Schweißlippe vergleichbar Figur 3b, wenn das
metallothermische Pulver gezündet worden ist.
- 20 Zur Verlängerung der Fügeflächen schließen sich an
die Flächen 12a vom Behälter und 13a vom Deckel sich
ebenfalls unter dem Winkel α erstreckende Fügeflä-
chenverlängerungen 12a' und 13b' an, die in die Flächen
12b und 13b der Schmelzform übergehen.
- 25 Abschließend wird darauf hingewiesen, daß der Inhalt
der Literaturstelle Ullmann zum Inhalt der Offenbarung
der vorliegenden Anmeldung gemacht wird, insbesondere
die Seite 355.
- 30
- 35

Nummer: 34 05 735
 Int. Cl.³: G 21 F 5/00
 Anmeldetag: 17. Februar 1984
 Offenlegungstag: 29. August 1985

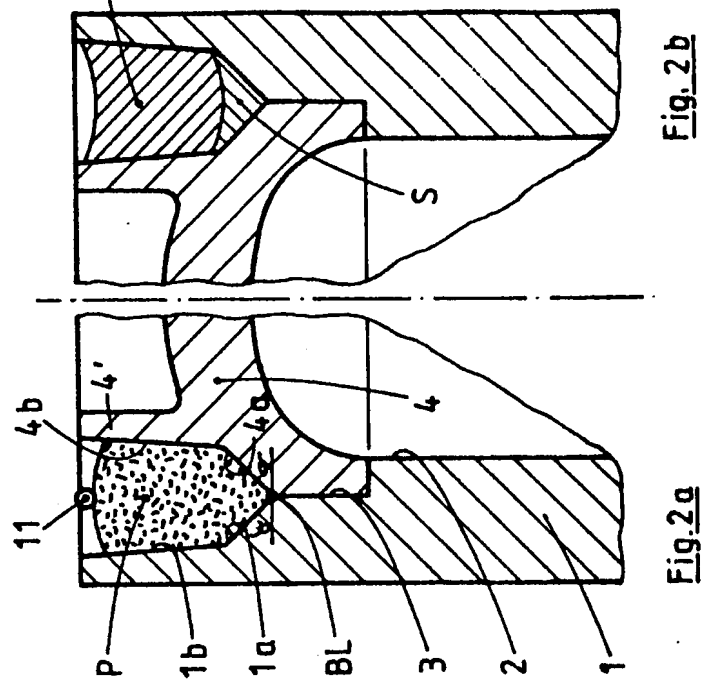


Fig. 2b

Fig. 2a

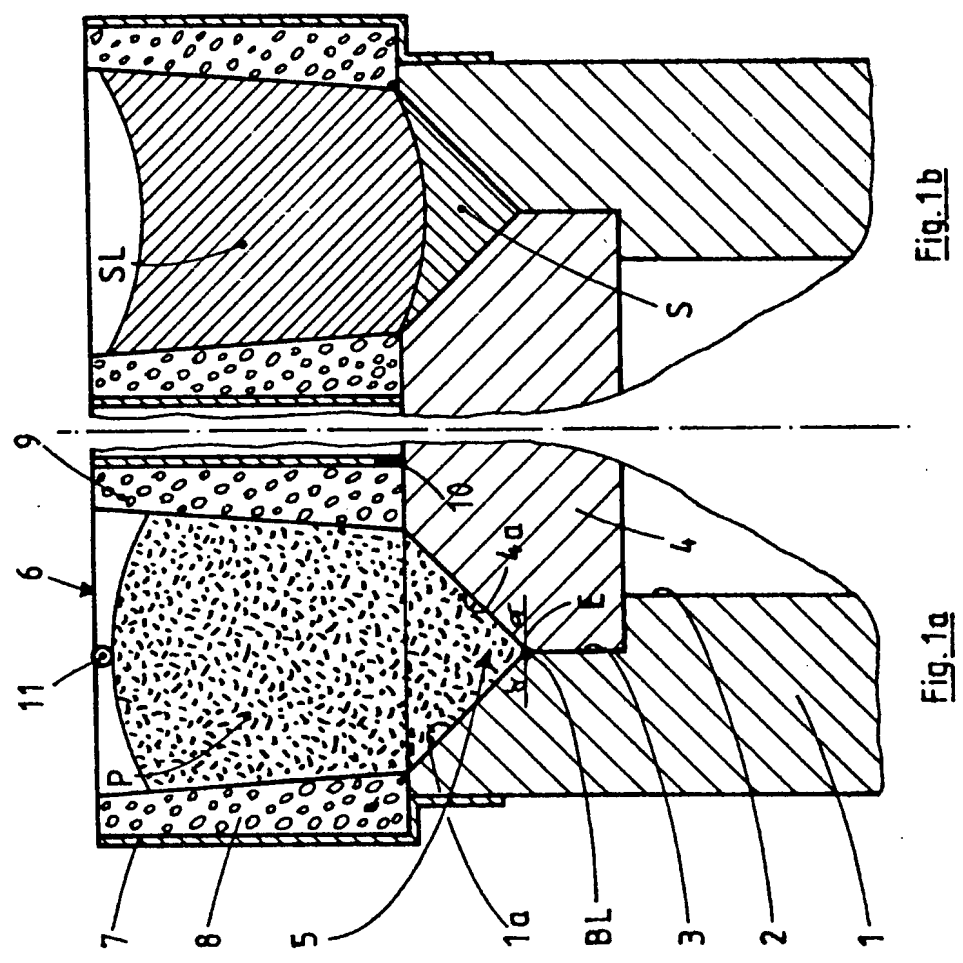


Fig. 1b

Fig. 1a

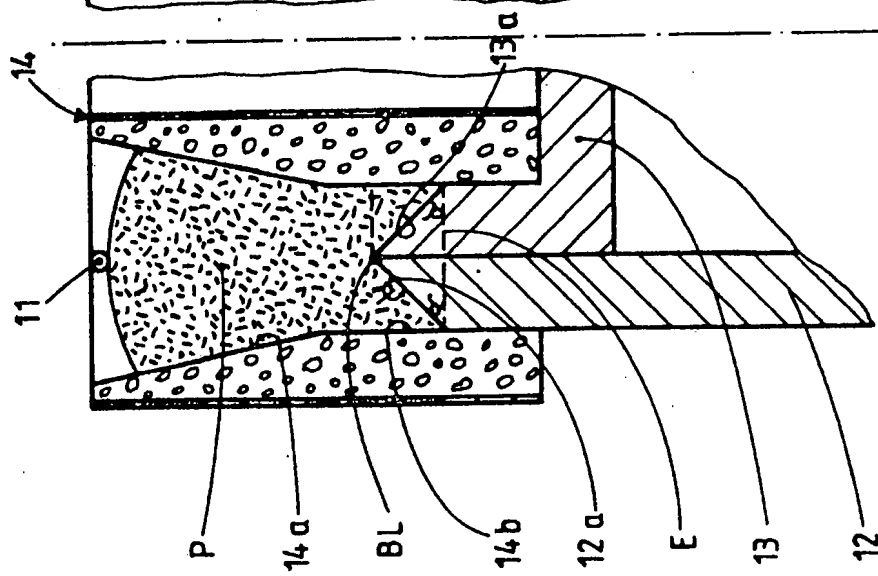


Fig. 3a

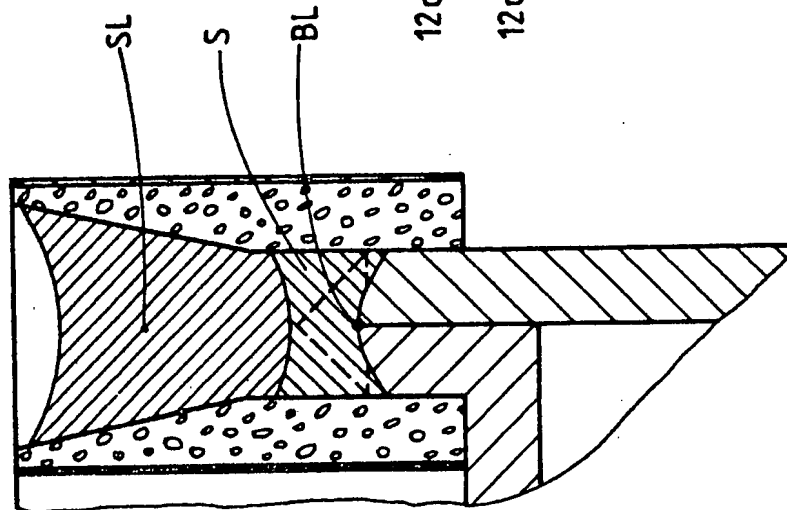


Fig. 3b

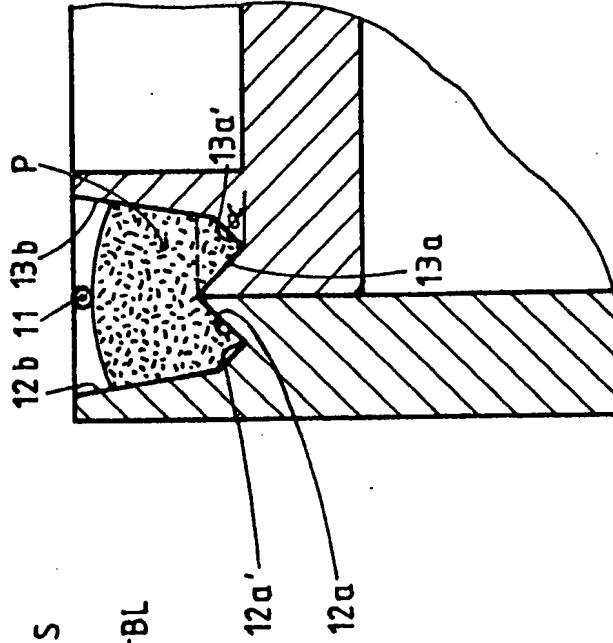


Fig. 4